

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-219379

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl.

F16S 3/00

E04B 1/32

E04B 1/34

E04C 3/08

(21)Application number : 07-045036

(71)Applicant : DESIGN SCI:KK

(22)Date of filing : 10.02.1995

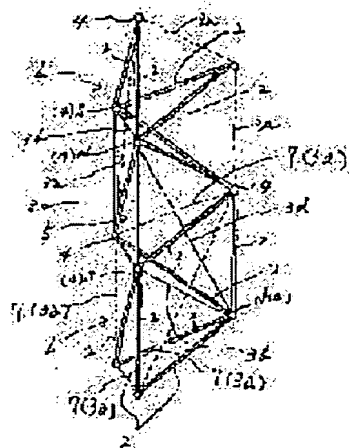
(72)Inventor : KAJIKAWA TAIJI

## (54) TRUSS STRUCTURE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To make a truss structure lightweight by forming the equator of an octahedron of first wire material, connecting the north pole and the south pole by second wire material, and connecting the unlike poles of adjacent octahedrons by third and fourth wire material.

CONSTITUTION: The first wire material 3a of an octahedron 6 works as tension against the force of bringing the north pole N and the south pole S close to each other, while second wire material 3b for connecting the poles to each other works against the force of separating the north pole N and the south pole S, and each octahedron 6 becomes independent existence itself. In the adjacent octahedrons 6, one north pole N and the other south pole S are connected by third wire material 3c, and a tetrahedron 5 is formed between the octahedrons 6. Since tension is imparted to the third wire material 3c by fourth wire material 3d for connecting one south pole S and the other north pole N to each other, a truss structure constituted as a unit of the adjacent octahedrons 6 and the tetrahedron 5 placed between them comes to exist a self-sustaining structure.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-219379

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 S 3/00			F 1 6 S 3/00	
E 0 4 B 1/32	1 0 2	7121-2E	E 0 4 B 1/32	1 0 2 C
		7121-2E		A
E 0 4 C 3/08			E 0 4 C 3/08	

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-45036

(22) 出願日 平成7年(1995)2月10日

(71) 出願人 594084321

株式会社デザイン・サイエンス

東京都新宿区西新宿7丁目19番22号 新宿

ダイカンプラザシティ404号

(72) 発明者 梶川 泰司

神奈川県小田原市中村原206 シナジェテ

イクス研究所内

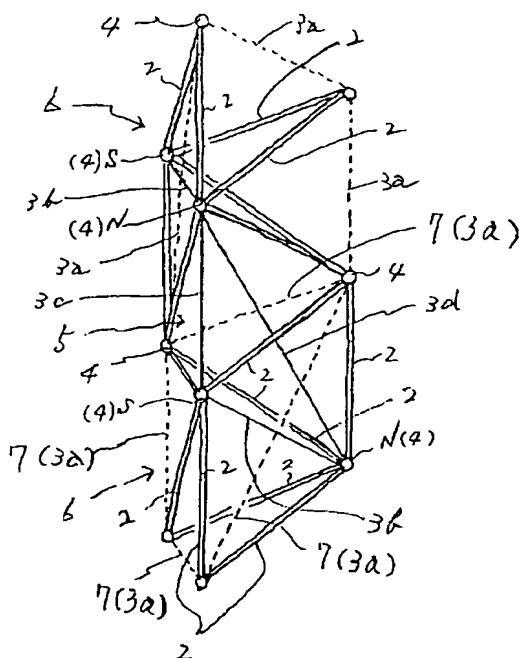
(74) 代理人 弁理士 佐藤 英二

(54) 【発明の名称】 トラス状構造体

(57) 【要約】

【目的】 軽量のトラス状構造体を提供する。

【構成】 トラス状構造体10は、オクタヘドロン6の北極N、南極Sから夫々延びる合計8本の辺が全て柱状部材2で構成され、これら柱状部材2は、自在継手4を介して連結されている。オクタヘドロン6の赤道は第1の線材3aで構成され、北極Nと南極Sとは第2の線材3bで連結されている。隣接するオクタヘドロン6、6は、異なる極同士が、第3の線材3c、第4の線材3dで連結されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 テトラヘドロンが直線状に連鎖した全体形状を有するトラス状構造体であって、

2つのオクタヘドロンと、これに挟まれたテトラヘドロンとを単位構造とし、

前記オクタヘドロンは、その北極および南極から各々延びる4本辺を構成する合計8本の柱状部材の端同士が連結されると共に赤道を構成する第1の線材で連結され、また、前記各オクタヘドロンは、その北極と南極とが第2の線材で連結され、

更に、隣接する2つのオクタヘドロンの方のオクタヘドロン北極と他方のオクタヘドロン南極とが第3の線材で連結されて隣接するオクタヘドロンに挟まれた前記テトラヘドロンが形成され、また、前記一方のオクタヘドロン南極と前記他方のオクタヘドロン北極とが第4の線材で連結されている、ことを特徴とするトラス状構造体。

【請求項2】 まっすぐに延びる全体形状を有する、請求項1に記載のトラス状構造体。

【請求項3】 捻れながら延びる全体形状を有する、請求項1に記載のトラス状構造体。

【請求項4】 直線状に連鎖する前記オクタヘドロンに含まれる8つの辺を構成する前記柱状部材が全て同じ長さ寸法を有する、請求項3に記載のトラス状構造体。

【請求項5】 前記柱状部材の各端とこれに連結される他の柱状部材とが自在継手を介して連結されている、請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のトラス状構造体。

【請求項6】 前記第2の線材および前記第4の線材が取り外し可能である、請求項5に記載のトラス状構造体。

【請求項7】 前記第3の線材が取り外し可能である、請求項6に記載のトラス状構造体。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、軽量のトラス状構造体に関し、より詳しくは、横断面三角形の細長い空間を形成する構造体に関する。

【0002】

【従来の技術】最も変形しにくい幾何学的形態である三角形を基本形態としたトラス状構造体は、橋、タワー、ブーム、ビーム等に多用され、溶接あるいはボルト・ナット等の固着手段あるいは固定手段により鉄柱等の柱状部材を相互に連結することによって構築されている。

【0003】米国特許第4,655,022号には、ロケット等で宇宙に搬送できるように、折り畳み可能なトラス状構造体が開示されている。この米国特許に開示の内容を詳しく説明すると、当該特許には、基本単位であるテトラヘドロン(Tetrahedron)が連続した横断面三角形の細長い空間を形成するトラス構造体が開示され、その全体形

状として、マスト状にまっすぐに伸びる形状及び捻れながら伸びる形状の両者が開示されている。そして、基本モジュールのテトラヘドロンに含まれる6つの辺のうち、間隔を隔てて交差する2つの辺が、夫々、伸縮可能な柱状部材で構成され、他の残る4つの辺が所定長さの柱状部材で構成され、また、テトラヘドロン4つの頂点は自在継手で構成されている。このような構成からなるトラス状構造体は、伸縮可能な柱状部材が伸び縮みしながら、全てのテトラヘドロンが、夫々、その4つ面をほぼ同一平面に位置した菱形形状を作り、この菱形平面形状の各基本単位が上下に折り重なるようにして折り畳むことができるようになっている。

【0004】また、他のトラス状構造体として、ジオデジックドームで有名な米国のR. Buckminster Fuller (以下、バックミンスター・フラーという)が提起したTensile-integrity Structures (テンセグリティ構造体と称されている)が知られている。バックミンスター・フラーの提唱するテンセグリティ構造体は、ワイヤ等の線材のなかに、柱状部材を非連続に配置した点に特徴を有している。すなわち、このテンセグリティ構造体は、一般的には、緊張部材であるワイヤと、圧縮部材である柱状部材とで構成された構造体をいうが、特にバックミンスター・フラーのテンセグリティ構造体は、ワイヤのなかに、柱状部材が非連続的に配置されている点に特色を有する。このようなテンセグリティ構造体は、部分的に、柱状部材の代わりにワイヤを使用していることから、一層の軽量化が可能であるという特徴を有し、一部のワイヤを取り除くことで折り畳み可能であるという利点を有している。

【0005】バックミンスター・フラーは、その米国特許第3,063,521号において、テンセグリティ構造体について詳しく開示しており、この米国特許には、ドーム状構造体およびマスト状構造体が開示されている。バックミンスター・フラーのマスト状テンセグリティ構造体は、外見的に、4本の互いに平行に直線的に延びるワイヤ(以下、4本の背骨という)で挟まれた断面矩形のまっすぐに延びる細長い空間内に、この空間の中心線から放射状に延び且つ背骨に連結された4本の柱状部材を有している。そして、これら柱状部材と背骨の連結点と、他の背骨との間を連結する6本ワイヤとからなる単位構造を連続的に配した構成となっている。換言すれば、フラーのマスト状テンセグリティ構造体は、直線的に連続した線材からなる4本の背骨内に、4本の柱状部材の組からなる圧縮部材が非連続的に個々独立して配置された構成を有している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述した米国特許第4,655,022号に開示のテトラヘドロンを基本単位とする横断面三角形のトラス状構造体においては、構成要素として、伸縮可能な柱状部材が必要であり、この伸縮可能

な柱状部材を仮に内外二重構造のパイプで作ったときには、これを構成する2本のパイプの合計長さとして、柱状部材が最大に伸長した長さ寸法が必要であり、その分重量増の原因になる。また、伸縮可能な柱状部材は、トラス状構造体を構築するのに、その長さ寸法を固定するためのロック手段が必要であり、このロック手段も重量増の要因になると共に、コスト増大要因になるという問題を有する。

【0007】また、バックミンスター・フラーが米国特許第 3,063,521号で提唱したマスト状テンセグリティ構造体においては、4本の背骨で形成される細長い空間内に、その中心線から放射状に伸びる柱状部材を配置する構成としてあるため、この細長い空間を開放空間として利用することができない。また、単位構造を構成する4本の柱状部材の組が、隣接する他の組と非連続であるため、換言すれば、4本の柱状部材の組及びこれに隣接する他の組とが直接的に連結したものではないため、これらを連結する線材が破断すると直ちに構造体はその形を保つことができないという問題を有すると共にこの構造体を構築するのに熟練が必要であるという問題を有する。

【0008】そこで、本発明の目的は、テンセグリティ構造体と同様に軽量のトラス状構造体を提供することにある。また、本発明の更なる目的は、内部空間を開放空間として利用可能なトラス状構造体を提供することにある。また、本発明の更なる目的は、折り畳み可能なトラス状構造体を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる技術的課題を達成すべく、本発明においては、基本的には、テトラヘドロンが直線状に連鎖した全体形状を有するトラス状構造体であって、2つのオクタヘドロンと、これに挟まれたテトラヘドロンとを単位構造とし、前記オクタヘドロンは、その北極および南極から各々伸びる4本辺を構成する合計8本の柱状部材の端同士が連結されると共に赤道を構成する第1の線材で連結され、また、前記各オクタヘドロンは、その北極と南極とが第2の線材で連結され、更に、隣接する2つのオクタヘドロンの方のオクタヘドロンの北極と他方のオクタヘドロンの南極とが第3の線材で連結されて隣接するオクタヘドロンに挟まれた前記テトラヘドロンが形成され、また、前記一方のオクタヘドロンの南極と前記他方のオクタヘドロンの北極とが第4の線材で連結されている構成を採用してある。

【0010】

【作用】上記の構成によれば、オクタヘドロンは、各極から伸びる4本の辺を構成する柱状部材と、赤道を構成する第1の線材と、北極と南極とを連結する第2の線材とで構成されているため、北極と南極とを接近させようとする力に対して、赤道の第1の線材が張力部材として働き、他方、北極と南極とを離れさせようとする力に対し

て極同士を連結する第2の線材が張力部材として働くことになり、各オクタヘドロンは、それ自体が自立した存在となる。そして、隣接するオクタヘドロンは、一方の北極と他方の南極同士が第3の線材で連結されて、これらオクタヘドロンの中にテトラヘドロンが形成され、この第3の線材は、一方の南極と他方の北極とを連結する第4の線材によって張力が付与されることから、隣接するオクタヘドロンと、これらの中に挟まれたテトラヘドロンとで単位が構成されるトラス状構造体は、自立した構造物としての存在となる。

【0011】このトラス状構造体は、オクタヘドロンを構成する柱状部材の長さ寸法を調整することにより、全体としてまっすぐに伸びる形状を付与することもでき、また、例えば、柱状部材を全て同じ長さ寸法にしたときには、捻れながら伸びる全体形状を有することになる。

【0012】上述したトラス状構造体に対して、柱状部材間の連結を自在継手を介して行ったときには、各オクタヘドロンの極同士を連結する第2の線材を取り外すことにより、オクタヘドロンは、基本的に、極同士が互いに離れる方向に折り畳むことが可能になる。したがって、隣接するオクタヘドロンの方の極同士を連結する線材（例えば、第4の線材）を取り外すことにより、隣接するオクタヘドロン同士が互いに接近しながら折重ねることが可能になる。勿論、第4の線材と共に第3の線材を取り外すようにしてもよい。なお、第3、第4の線材および北極、南極は、本発明を概念的に説明するために便宜上使用したものにすぎないものであり、特に、第3の線材と第4の線材とは、これを逆転したものであってもよいことは勿論である。

【0013】

【実施例】以下に、添付した図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は、第1実施例のトラス状構造体10を示す。この第1実施例のトラス状構造体10は、全体として、まっすぐに伸びる形状を有し且つ横断面三角形の開放した内部空間を有している。トラス状構造体10は、所定長さの柱状部材2と、所定長さの線材3と、自在継手4とからなる。

【0014】柱状部材2は、圧縮部材を構成するものであり、この圧縮部材として必要な剛性を有するのであれば特に限定されるものではないが、例えば鉄、ステンレス合金、チタン合金、アルミニウム合金、強化プラスチック等の適宜の材料からなる中実あるいは中空パイプあるいは板材等で構成することができる。柱状部材2を中空あるいは中実パイプで構成するのであれば、その断面形状は、矩形、円形等であってもよく、特に制限されるものではない。また柱状部材2を板材で構成するのであれば、断面U字状のチャンネル部材あるいは断面L字状部材であってもよい。

【0015】線材3は、緊張部材を構成するものであり、この線材3に加わる張力によって容易に破断しない

強さを有するのであれば特に限定されるものではなく、例えば、合金を含む金属、強化プラスチック、合成繊維等の適宜の材料からなるワイヤ、ストランド、針金等で構成することができる。

【0016】トラス状構造体10は、前述した米国特許第4,655,022号に開示のものと同様に、テトラヘドロン(Tetrahedron)を直線的に連鎖したマスト状の全体形状を有する。トラス状構造体10を構成する各テトラヘドロン5は、これに含まれる6つの辺のうち、間隔を隔てて交差する2つの辺が、夫々、線材3で構成され、他の残る4つの辺が、夫々、柱状部材2で構成され、隣接する柱状部材2は自在継手4で連結されている。自在継手4は、図中、○印で示してある。

【0017】これにより、トラス状構造体10は、外見的には、互いに平行に直線的に延びる3本の背骨L1、L2、L3のうち、背骨L1は、図1に向かって、下端から上端に向けて、順に、線材3、柱状部材2、線材3、柱状部材2、・・・というように、線材3と柱状部材2とが交互に連結されている。同様に、背骨L2およびL3は、図1に向かって、下端から上端に向けて、柱状部材2、線材3の順に、柱状部材2と線材2とが交互に連結されている。また、背骨L1とL2との間、背骨L2とL3との間、背骨L3とL1との間は、順に、自在継手4を介して連結された3本の柱状部材2、線材3で連結されている。また、各背骨L1、L2、L3の柱状部材2と、隣接する背骨間を連結する柱状部材2とで形成される平行四辺形の対角線に、線材3が張設されている。

【0018】図2は、図1のII部分を抽出して示すものである。上記トラス状構造体10を別の見方をすれば、図2に示すように、一つのテトラヘドロン5と、これを挟んで位置する2つのオクタヘドロン(Octahedron)6とを単位として構成されている。そして、このオクタヘドロン6は、その北極を符号Nで示し、南極を符号Sで示すと、北極Nを構成する自在継手4に4本の柱状部材2が連結され、同様に南極Sを構成する自在継手4に4本の柱状部材2が連結され、各極N、Sから延びる柱状部材2の自由端同士が自在継手4で連結されている。また、この柱状部材2の自由端同士を連結する自在継手4は、隣接する自在継手4同士が第1の線材3で連結されて、オクタヘドロン6の赤道7を構成している。この赤道7を構成する4本の線材3は、物理的に分離したものであってもよいが、仮に1本の線材で構成するのであれば、各柱状部材2の端にしっかりと固定するようにすればよい。この赤道7を構成する第1の線材3の理解を助けるために、図2において、符号「a」を附記すると共に破線で図示してある。そして、北極Nと南極Sとは、第2の線材3で連結されている。この極NとSとの連結部材である第2の線材3には、図2において、符号「b」を附記してある。

【0019】各オクタヘドロン6は、各極N、Sにおいて、自在継手4を介して連結された4本の柱状部材2の他端が赤道7を構成する第1の線材3aで連結され、且つ、両極NとSとが第2の線材3bで連結されているため、オクタヘドロン6はそれ自体で自立した構造を有することになる。また、両極NとSとを連結する第2の線材3bを取り外すことにより、北極Nと南極Sとが離れる方向に移動して、換言すれば、各極N、Sから延びる4本の柱状部材2が一本にまとまるようにして折り畳まれることになる。

【0020】勿論、トラス状構造体10の単位をなす隣接する2つのオクタヘドロン6に挟まれたテトラヘドロン5の構成要素の一部は、隣接するオクタヘドロン6の構成要素を共用するものであり、このオクタヘドロン5は、一方のオクタヘドロン6の南極Sあるいは北極Nと他方のオクタヘドロン6の他の極とを第3の線材3(図2において、この第3の線材の存在を図面上明確にするために、符号「c」を附記して示してある)で連結することにより構成されている。そして、この第3の線材3cに張力を与えるために、隣接するオクタヘドロン6の他方の極同士が第4の線材3(図2において、この第4の線材の存在を図面上明確にするために、符号「d」を附記して示してある)で連結されている。これにより、トラス状構造体10の単位をなす2つのオクタヘドロン6とこれに挟まれたテトラヘドロン5とは、それ自体自立する構造を有することになる。

【0021】したがって、トラス状構造体10は、2つ隣接するオクタヘドロン6と、これに挟まれたテトラヘドロン5とからなる単位モジュールを直線状に連結することにより、無限に延長することが可能である。また、トラス状構造体10を構築するには、先ず、第2の線材3bを取り除いた形のオクタヘドロン6を作って、折り畳み状態のオクタヘドロン6を現場に運んで、現場でオクタヘドロン6の両極N、Sを線材3bで連結してオクタヘドロン6を自立状態にしなから、隣接するオクタヘドロン6を線材3cで連結してこれらの間にテトラヘドロン5を作ると共に線材3dで単位モジュールを自立させることで簡単にトラス状構造体10を構築することができる。したがって、トラス状構造体10を構築するのに特別の技術を必要としない。

【0022】また、このトラス状構造体10は、オクタヘドロン6の極N、Sを連結する線材3c、3dの一方あるいは両方を取り外すことにより、簡単にトラス状構造体10を折り畳むことができる。勿論、トラス状構造体10は、その内部空間が開放されているため、例えばトンネルの構造物として用いることができる。

【0023】また、このトラス状構造体10は、必要に応じて補助線材3e(この補助線材の存在を明確にするために図1に長短の破線で示してある)を継手4間に付加してもよい。これにより、構造体10の線材3が何ら

かの原因で破断したとしても、それが原因で直ちに構造体 10 の全体が壊れてしまうことを防止することができる。

【0024】図 3 および図 4 は、上述したまっすぐに延びるトラス状構造体 10 をトポロジ的に変換した変形例を示すものであり、図 3 は図 1 に対応し、図 4 は、図 3 の IV 部分を抽出して示す図である。この変形例は、基本的には、図 1 に示すトラス構造体 10 と同様であるので、同一の要素には同一の参照符号を付すことによりその説明を省略する。

【0025】図 5、図 6 は、第 2 実施例のトラス状構造体 20 を示す。このトラス状構造体 20 は、基本的な構造は第 1 実施例のトラス構造体 10 と同様であることから、上述した構成要素と同一の要素には同一の参照符号を付して図示してその説明を省略する。なお、図 5 は、図 1 に対応する図であり、図 6 は、図 5 の符号 VI で示す部分を抽出した図である。

【0026】トラス状構造体 20 は、また、前述した米国特許第 4,655,022 号に開示のものと同様に、捻れながら伸びる全体形状を有し、全てのオクタヘドロン 6 の 8 つの辺つまり柱状部材 2 は全て等しい長さ寸法を有している。この捻れトラス状構造体 20 においても、必要ならば図 5 に示すように補助的な線材 3 e を追加してもよい。

【0027】本発明の捻れトラス状構造体の他の例を図 7 に示す。図 7 に示すトラス状構造体 30 は、柱状部材 2 の長さ寸法を適宜変化させることにより、多種多様な捻れが形成されている。この捻れトラス状構造体 30 においても、第 1 実施例のトラス構造体 10 と同一の要素には同一の参照符号を付してその説明を省略する。なお、図 7 では、柱状部材 2 を実線で示し、必須の線材 3 を破線で示し、補助線材 3 e を長短の破線で示してある。このように柱状部材 2 の長さを変化させることにより、多種多様な全体形状を形成することができるため、例えばオブジェとして用いることも可能である。

【0028】以上、実施例として折り畳み可能なトラス状構造体を説明したが、自在継手 4 を用いることなく、

柱状部材 2 同士を例えば溶接等により直接的に連結するものであってもよい。

【0029】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、従来の柱状部材だけで構成された内部空間が開放したトラス状構造体に比べて、部分的に線材を用い、その分、柱状部材の絶対的な数を減らすことができるため、軽量化を図ることができる。また、柱状部材同士を自在継手を介して連結すると共に、部分的な線材を取り外すことにより、トラス状構造体を折り畳むことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例のまっすぐに延びる全体形状を有するトラス状構造体の斜視図。

【図 2】構造単位を説明するために、図 1 の II 部分を抽出して示す図。

【図 3】図 1 に示すトラス状構造体をトポロジ的に変換した変形例の図 1 と同様の図。

【図 4】構造単位を説明するために、図 3 の IV 部分を抽出して示す図。

【図 5】第 2 実施例のトラス状構造体を示すものであり、柱状部材を全て同じ長さ寸法とすることで全体として捻れ形状にした例の斜視図。

【図 6】構造単位を説明するために、図 5 の VI 部分を抽出して示す図。

【図 7】種々の長さ寸法を有する柱状部材で構成したトラス状構造体の例を示す図。

【符号の説明】

2 柱状部材

30 3 線材

3 a 赤道を構成する第 1 の線材

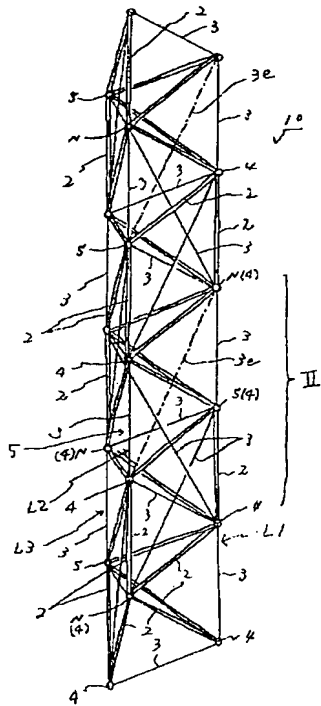
3 b 各オクタヘドロンの北極と南極とを連結する第 2 の線材

3 c、3 d 隣接するオクタヘドロンの異なる極同士を連結する線材

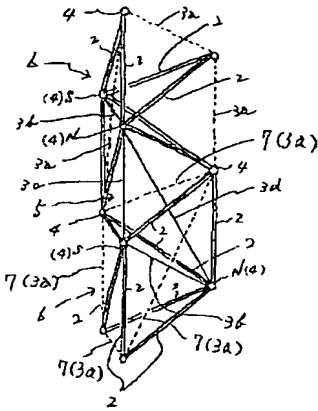
3 e 補助線材

4 自在継手

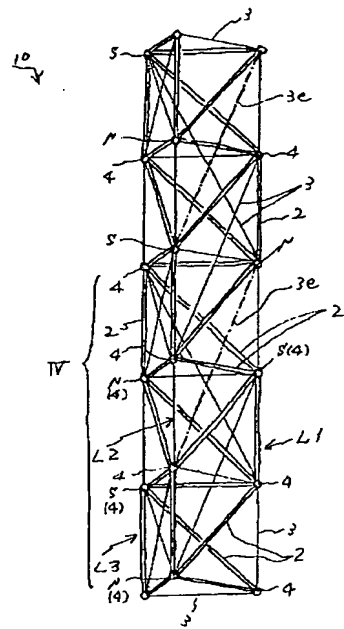
【図1】



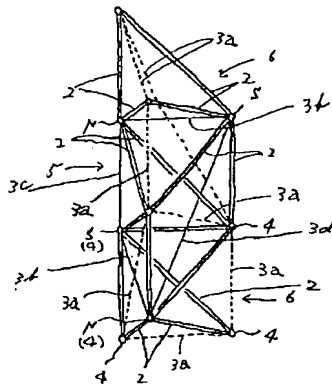
【図2】



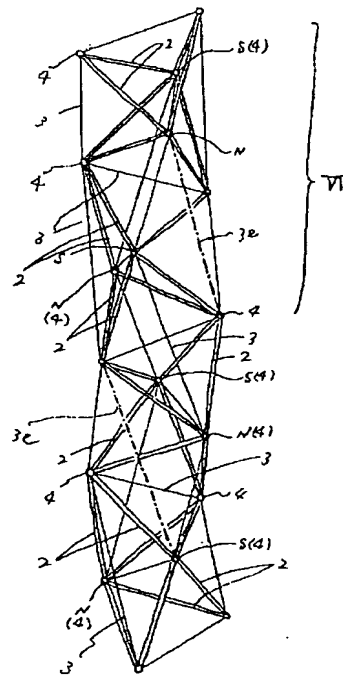
【図3】



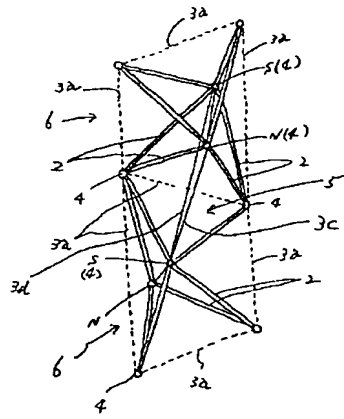
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

